

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11160290 A

(43) Date of publication of application: 18.06.1999

(51) Int. Cl. G01N 29/14

(21) Application number: 09329861  
(22) Date of filing: 01.12.1997

(71) Applicant: HITACHI LTD  
HITACHI ENG & SERVICE CO LTD  
SHIKOKU ELECTRIC POWER CO  
INC  
SHIKOKU INSTRUMENTATION  
CO LTD

(72) Inventor: SATO YOSHIYUKI  
SUGIHARA TORU  
NISHIHARA KENJI  
MATSUMOTO MASAYA  
OCHI HIROSHI  
IEDA HARUO  
MIYOSHI NORIO  
UTSUNOMIYA TERUSHIGE

### (54) METHOD AND APPARATUS FOR DIAGNOSING FAN MOTOR

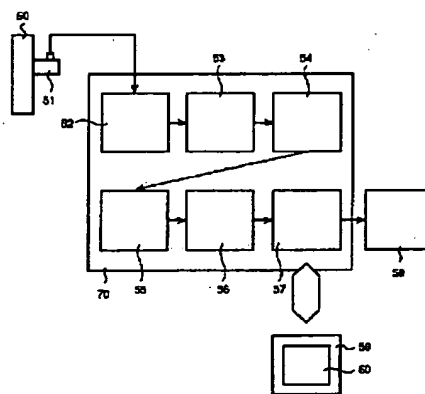
#### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To surely judge a state before a fan motor stops by obtaining a diagnosis parameter with the use of an acoustic emission(AE) signal detected from a rotary part, comparing the parameter with a preliminarily determined set value and judging an abnormal state, etc.

**SOLUTION:** An output signal of an AE sensor 51 is taken into an amplification part 52 of a fan motor-diagnosing apparatus 70. An amplified waveform signal is subjected to envelope detection at a waveform-processing part 53, so that the output signal of the sensor 51 is converted into an envelope signal. The envelope signal is converted by an A/D converter 54 into a digital signal and stored in a RAM. A parameter calculation part 55 calculates a waveform average level, a waveform change width of signals detected by the sensor 51, and a generation count of sudden waves. A diagnosis part 56 compares these parameters with set

values and displays at a display part 50 in which of a steady state, a cautionary state and an abnormal state a fan motor 50 is held. A personal computer 59 is connected to the diagnosing apparatus 70, which forms a trend of diagnosis results, etc., by a trend management software 60.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 N 29/14

識別記号

F I

G 0 1 N 29/14

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-329861

(22) 出願日 平成9年(1997)12月1日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233044

株式会社日立エンジニアリングサービス

茨城県日立市幸町3丁目2番2号

(71) 出願人 000180368

四国電力株式会社

香川県高松市丸の内2番5号

(71) 出願人 000180313

四国計測工業株式会社

香川県仲多度郡多度津町若葉町12番56号

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

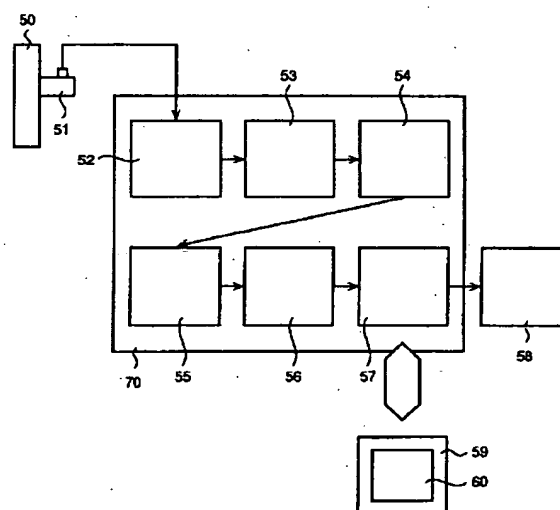
(54) 【発明の名称】 ファンモータ診断方法及び診断装置

(57) 【要約】

【課題】 軽荷重の回転部分を有するファンモータが回転停止に至る前の状態を確実に判定することができるファンモータの診断方法及び診断装置を提供する。

【解決手段】 ファンモータの回転部から検出したAE信号を用いて、診断パラメータとして波形平均レベル、波形変動幅、単位時間当たりの突発波の発生数を求め、これらのパラメータを予め定められた設定値と比較し、継続仕様に問題のない定常状態、異常状態に近づいている要注意状態、回転停止に至る直前の異常状態等の状態に判定する。

図 1



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】ファンモータから発生する弾性波を検出し、検出された弾性波の信号を包絡線検波し、該包絡線検波された信号から波形平均レベルと波形変動幅と単位時間当たりの突発波の発生個数を求め、該求められた波形平均レベルと波形変動幅と単位時間当たりの突発波の発生個数からファンモータを交換する否かを判定することを特徴とするファンモータの診断方法。

【請求項2】ファンモータから発生する弾性波を検出し、検出された弾性波の信号を包絡線検波し、該包絡線検波された信号から波形平均レベルと波形変動幅と単位時間当たりの突発波の発生個数を求め、該求められた波形平均レベルと波形変動幅と単位時間当たりの突発波の発生個数と予め設定された設定値を比較し、ファンモータの状態を定常状態、注意状態、要注意状態、異常状態のいずれかを判定することを特徴とするファンモータの診断方法。

【請求項3】前記波形平均レベルが第一の設定値以上、波形平均レベルが第一の設定値以下で波形変動幅が予め設定した値以上、もしくは波形平均レベルが第一の設定値以下で第二の設定値よりも大きくかつ突出波の発生個数が第一の設定値以上のときはファンモータの異常状態と判定し、波形平均レベルが第一の設定値以下で第二の設定値よりも大きくかつ突発波の発生個数が第一の設定値以下のときは要注意状態と判定し、波形平均レベルが第二の設定値以下のときは定常状態と判定する請求項2に記載のファンモータの診断方法。

【請求項4】前記定常状態と判定された場合、前記突発波の発生個数が第一の設定値以下で第二の設定値よりも大きいとき注意状態と判定し、第二の設定値以下のとき正常状態と判定するようにした請求項3に記載のファンモータの診断方法。

【請求項5】前記検出された弾性波の信号を包絡線検波する代わりに、前記弾性波の信号から直接波形平均レベルと波形変動幅と単位時間当たりの突発波の発生個数を求める請求項1から4のいずれかに記載のファンモータの診断方法。

【請求項6】ファンモータから発生する弾性波を検出するセンサと、該センサで検出された信号を包絡線信号に変換する波形処理部と、該波形処理部の出力信号から波形平均レベルと波形変動幅と単位時間当たりに発生する突発波の平均発生数を計算するパラメータ算出部と、該パラメータ算出手段で計算された値と予め設定された設定値とを比較してファンモータが定常状態、要注意状態、異常状態のどの状態にあるかを判定する診断部と、該診断部で判定された診断結果を出力する出力部とを備えたことを特徴とするファンモータの診断装置。

【請求項7】前記診断部は、前記波形平均レベルが第一の基準値以上、前記波形平均レベルが第一の基準値以下で波形変動幅が予め設定した値以上、もしくは波形平均

レベルが第一の基準値以下で第二の設定値よりも大きくかつ突出波の発生個数が第一の設定値以上のときはファンモータの異常状態と判定し、波形平均レベルが第一の設定値以下で第二の設定値よりも大きくかつ突発波の発生個数が第一の設定値以下のときは要注意状態と判定し、波形平均レベルが第二の設定値以下のときは定常状態と判定する請求項6に記載のファンモータ診断装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ファンモータの診断方法及び診断装置に係わり、特に偏荷重の小さい回転部分を有するファンモータの診断に好適な診断方法及び診断装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】蒸気タービン、発電機、水車、圧延機などの軸受の診断装置として、例えば特公平5-70777号公報に記載のように、アコースティックエミッション（以下AEという）を利用することが提案されている。また、特公平5-69461号に記載のように、回転中に偏荷重が作用するロータリーコンプレッサの摺動部の診断にAEを利用することが提案されている。又、特開平2-236447号公報、特開平8-261995号公報に記載のように、ロータリーコンプレッサにおいて、被検体より発生するAE信号を包絡線検波し、AE信号の発生数を検出する計数手段が開示されている。

##### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】特公平5-70777号公報に記載のような蒸気タービン、発電機、水車、圧延機などの軸受の診断装置では、診断対象となる機器の軸受荷重が非常に大きく、また、特公平5-69461号に記載のようなロータリーコンプレッサでは、1回転中に1回又は数回偏った荷重が作用するといった特殊性があり、公知の診断方法を偏荷重の小さいファンモータの回転部の診断にそのまま利用出来ないという問題がある。特に、ファンモータの軸受部の劣化の進行とAE信号の変化が従来の重荷重の機器、あるいは1回転中に1回又は数回偏った荷重が作用するものとは異なった挙動を示すことが、発明者等の実験結果から判明した。

【0004】本発明の目的は、軽荷重の回転部分を有するファンモータが回転停止に至る前の状態を確実に判定することができるファンモータの診断方法及び診断装置を提供することにある。

##### 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的は、ファンモータの回転部から検出したAE信号を用いて、診断パラメータとして波形平均レベル、波形変動幅、単位時間当たりの突発波の発生数を求め、これらのパラメータを予め定められた設定値と比較し、継続仕様に問題のない定常状態、異常状態に近づいている要注意状態、回転停止に至る直前の異常状態等の状態に判定することにより達成

される。

#### 【0006】

【発明の実施の形態】本発明の一実施例を図1から図6により説明する。図1は、本実施例のファンモータ診断装置の構成を示す図、図2は、ファンモータの寿命加速試験したときのモータの回転部の弾性波信号の経時的変化を示す図、図3は、包絡線検波されたAE信号を示す図、図4は、診断部56内で行われる診断のフローを示す図、図5は、正常なモータのAE信号の経時変化を示す図、図6は、ロックに至ったモータのAE信号の経時変化を示す図である。

【0007】本実施例のファンモータ診断装置は、次のように構成されている。ファンモータ50の軸受部近傍には弾性波検出センサ51（以下、AEセンサ51という）が取付けられており、弾性波検出センサ51は、ファンモータ診断装置70の増幅部52に接続されている。ファンモータ診断装置70は、この増幅部52、増幅部52に接続された波形処理部53、波形処理部53に接続されたA/D変換器54、A/D変換器54に接続されたパラメータ算出部55、パラメータ算出部55に接続された診断部56、診断部56に接続された表示部57を備えている。表示部57は、出力部である出力部58に接続される一方、パソコン59と接続できるようになっている。

【0008】AEセンサ51の出力信号は、ファンモータ診断装置70の増幅部52に取り込まれる。ここで、モータの回転部の弾性波信号を、以下AE信号ともいう。増幅部52で増幅された波形信号は、波形処理部53で包絡線検波処理がなされ、AEセンサ51の出力信号を包絡線信号に変換する。ここで、AEセンサ51の信号を包絡線信号に変換するステップを省略することもでき、AEセンサ51の出力信号を増幅した信号で以降の処理を行ってもほぼ同様の結果が得られるが、この包絡線検波処理を行うことにより、この後の信号処理においてメモリ容量を軽減するのに役立つ。

【0009】包絡線信号は、A/D変換器54でデジタル信号に変換され、図示を省略したがRAM内に所定の期間記憶されている。パラメータ算出部55では、後述する方法によってAEセンサ51で検出された信号の波形平均レベル、波形変動幅、突発波の発生数が計算される。診断部56では、パラメータ算出部55で計算されたこれらのパラメータは、予め設定されている設定値とを比較し、その結果によって診断対象であるファンモータ50が定常状態、要注意状態、異常状態のいずれに属するかを表示部57に表示する。表示部57の表示結果は、ファンモータ診断装置70に接続された出力部58によりプリントアウトされる。

【0010】又、ファンモータ診断装置70には、パーソナルコンピュータ59（以下パソコン59という）がデータバスを介して接続されており、パソコン59内に

インストールされた傾向管理ソフト60によって各診断対象機器毎の診断結果のトレンド等が作成される。

【0011】ファンモータの寿命加速試験したときのモータの回転部の弾性波信号の経時的変化を示した図2のうち、図2（a）は、新品の状態にあるモータが回転しているときの波形を示している。図2（b）は、時間が経過した時の波形を示しており、図2（c）はさらに時間が経過した時の波形を示している。図2（b）、図2（c）に示したそれぞれのパターンの波形が現れるまでの時間にばらつきはあるものの、この傾向は、ファンモータの型式、大きさが代わっても同様であった。このことは、ファンモータにおいては回転部の劣化の進行はAE信号のパターンを見ることである程度予想が付くことを示している。

【0012】本発明者等の知見によれば、まずグリース等の潤滑油が劣化して軸と軸受の間で金属間の接触が起こり、軸受部の劣化が生じ、このためAE信号に図2

（d）に示すような不規則な突発波が表れる。金属間の接触により摺動面が荒れるが、時間の経過に伴って面の凹凸がなくなり、図2（e）に示すように、突発波の発生が少なくなる。しかし、摺動面の間隙が大きくなるので、AE信号の波形平均レベルは、徐々に大きくなる。図2（f）には、10倍の加速試験で約1年間（実働10年間に相当）経過したものの波形を示しているが、このような状態になるとはや回転停止（ロック）に至るのは時間の問題である。

【0013】この加速試験の結果から、ファンモータの診断のためのパラメータとしては、AE信号の波形平均レベルの他に波形変動幅、突発波の発生数を加味すればより精度の高い診断が行えることが分かった。

【0014】このような加速試験の結果から、次にファンモータの診断方法について以下詳細に説明する。まず、パラメータ算出部55で計算されるパラメータについて例を用いて説明する。図3に示す包絡線検波されたAE信号の所定時間（例えば0.4秒間）の平均値を求め、この平均値を連続して所定回数分（例えば6回分）平均したものを波形平均レベルとする。この波形平均レベルは、0.4秒×6回の取り込み時間と同じ時間である2.4秒間連続して取り込んだAE信号の時間平均値とほぼ等しくなるので、2.4秒間の時間平均値で代用しても良い。図3に示す例では、波形平均レベルは、0.317Vと計算される。

【0015】波形変動幅は、所定回数（例えば6回）取り込んだ各平均値の最大値と最小値との差として計算される。図3に示す例では0.4Vとなる。この波形変動幅もある時間内（例えば2.4秒間）のAE信号の最大値と最小値の差として計算することもできる。但し、この場合は、傾向としては前述の平均値の差と同じになるが絶対値は異なるので後述する基準となる設定値を変更する必要がある。

【0016】突発波の発生数は、包絡線検波信号の最低値に係数をかけた値をスライスレベルとして、このスライスレベルを超えた突発波の単位時間当たりの数をカウントすることにより求める。この突発波の発生数の計数については、特開平2-236447号公報にAE信号の計数手段が述べられており、本実施例の突発波の発生数の計数手段もこの方法と同じ方法で行っている。

【0017】診断部56内では、図4に示す診断のフローに従って診断が行われる。診断を開始すると、まずAEの波形平均レベルが第一の設定値aV以上かどうかをステップ20で判定する。第一の設定値aVは、例えば0.5Vになっており、平均レベルがこれ以上であると変動幅や突発波を見るまでもなく異常状態と判定する。平均レベルがaV以下のときは、ステップ22で波形変動幅が設定値bV以上かどうかを判定する。この変動幅の設定値は例えば0.17Vに設定されている。変動幅がbV以上であると平均レベルがaV以下であっても、そのモータの劣化は進行しており、異常状態であると判定する。異常状態とは、回転停止が何時起こるかも知れない状態であり、ファンモータを交換すべき時期にきていることを示している。変動幅がbV以下ならステップ24において、AE波形平均レベルを第二の設定値cVと比較する。平均レベルがcV以上であれば、ステップ26で突発波の発生数を第一の設定数e個以上かどうかを判定する。突発波の発生数がe個以上ならば異常状態と判定し、それ以下なら要注意状態と判定する。要注意状態とは、すぐには回転停止には至らないが、このまま運転を継続すれば近い将来ロックに至るというものである。本実施例では、設定数eは、例えばデータの1回の取り込時間(2.4秒)当たり50個に設定されている。

【0018】AE波形の平均レベルがcV以下のときは、定常状態と判定する。この定常状態とは、新品の状態に比べると少し回転部の劣化が生じている状態であるが、そのまま使用しても当分の間(次の点検時期まで)何等問題が生じないという状態である。図4に示すフローでは、定常状態の中をステップ28において突発波の発生数により2つの状態に分けている。即ち、発生数が第一の設定値より小さいd個より大きいときは、注意状態とし、それ以下のときは正常状態としている。本実施例でdは、発生数の第一の設定値は、例えば25に設定されている。

【0019】本実施例では、ファンモータの状態を4つの状態に分けて判別しているが、正常と注意状態とはモータを使用する上で特別に区別する必要がないことが多い。すなわち、定常、要注意、異常等の任意の数の状態

に区別することにより、使用者にモータの交換時期をロックが生じる前に知らせることができることが本質的である。

【0020】図5及び図6は、1年半にわたる寿命促進試験(実働5年に相当)において、波形平均レベル、突発波の発生数、波形変動幅を月毎に測定したデータを示しており、図5は、1年半経過後も何の異常もなかったモータの例である。このモータでは、波形平均レベルはcV以下である、突発波の発生数も極めて少なく、変動幅もbV以下であった。

【0021】図6は、寿命試験の終了間際でロックを引き起こしたモータの測定結果例を示している。このモータでは試験開始から8ヶ月までは波形平均レベル、突発波の発生数、変動幅はともに小さいがその後、増加減少を繰り返しながら全体としては増加する傾向を示し、ついにはロックに至っている。

【0022】この測定値を基にして図4に示す判断アルゴリズムで各時点のモータの状態を判定すると、図6に記入したように注意から要注意を経て異常状態に移行している。つまり、異常状態の前には、平均レベルが比較的低く突発波の発生数が多くなる状態のあることが確認され、異常状態に至る前の要注意状態を図4に示す方法で判断することができることが確認された。

#### 【0023】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば負荷の軽いファンモータの劣化の状態を定常状態、要注意状態、異常状態等の任意の数の状態に判別出来るので、使用者にとってモータの交換時期を適切に知らしめることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例であるファンモータ診断装置の構成を示す図である。

【図2】ファンモータの寿命加速試験したときのモータの回転部の弾性波信号の経時変化を示す図である。

【図3】包絡線検波したAE信号を示す図である。

【図4】診断のフローを示す図である。

【図5】正常なモータのAE信号の経時変化を示す図である。

【図6】ロックに至ったモータのAE信号の経時変化を示す図である。

#### 【符号の説明】

51…弾性波検出センサ、53…波形処理部、54…A/D変換器、55…パラメータ算出部、56…診断部、57…表示部、58…出力部、59…パソコン、70…ファンモータ診断装置。

【図1】

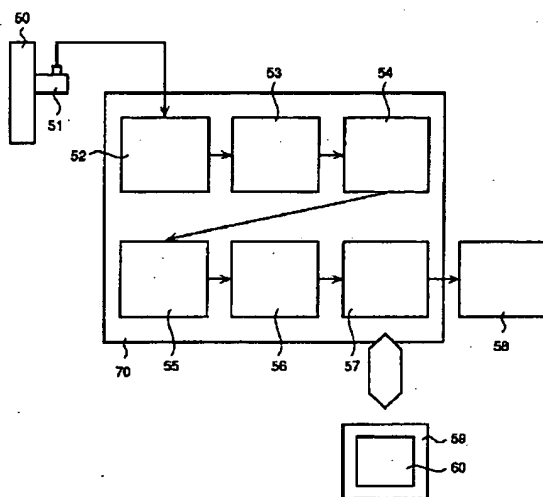
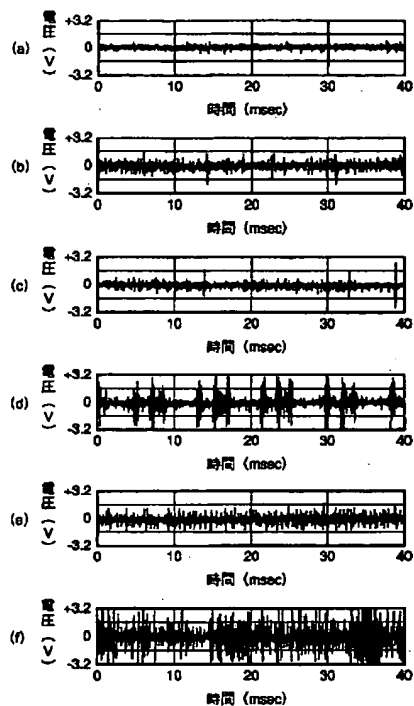


図 1

【図2】

図 2



【図3】

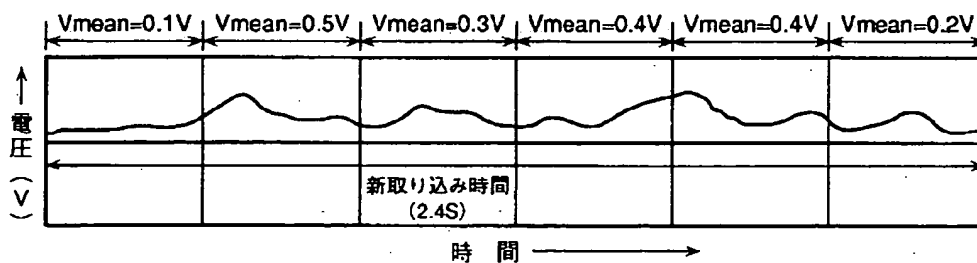
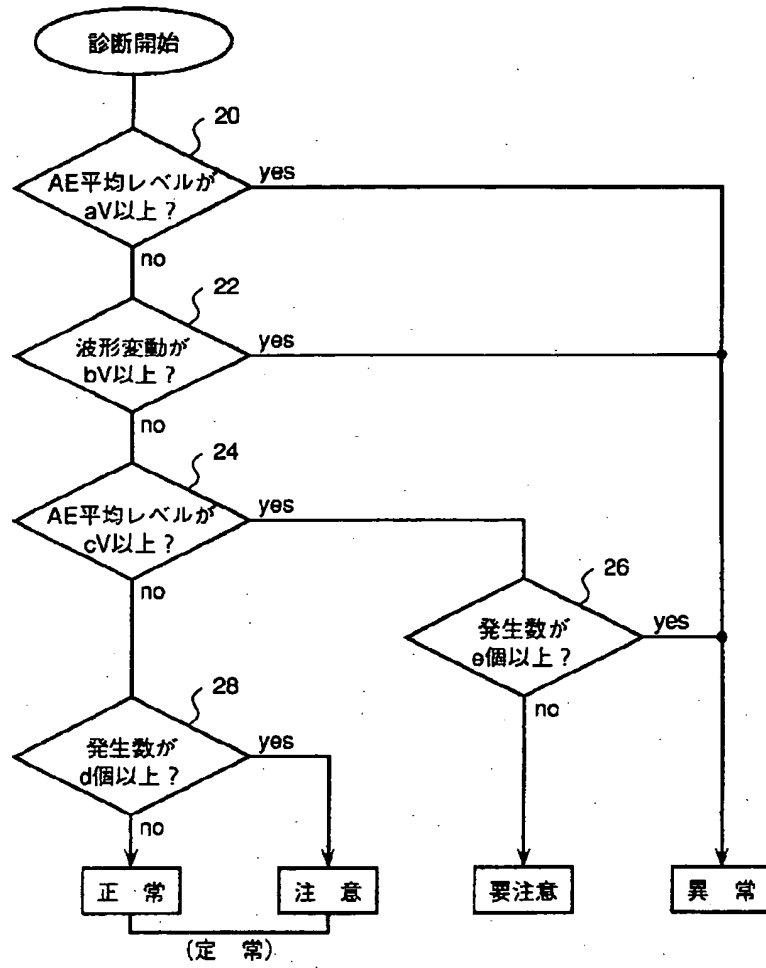


図 3

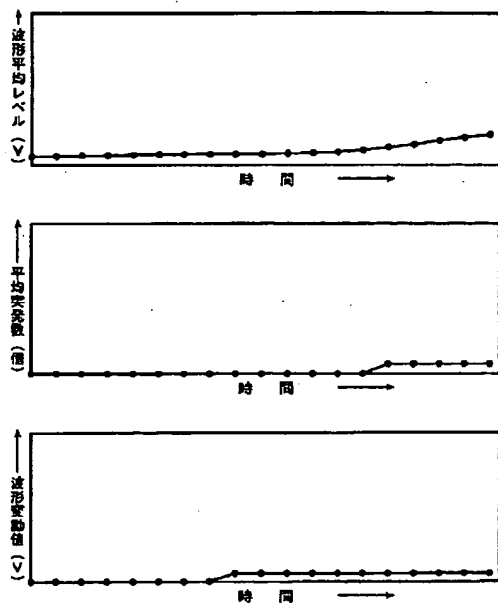
【図4】

図 4



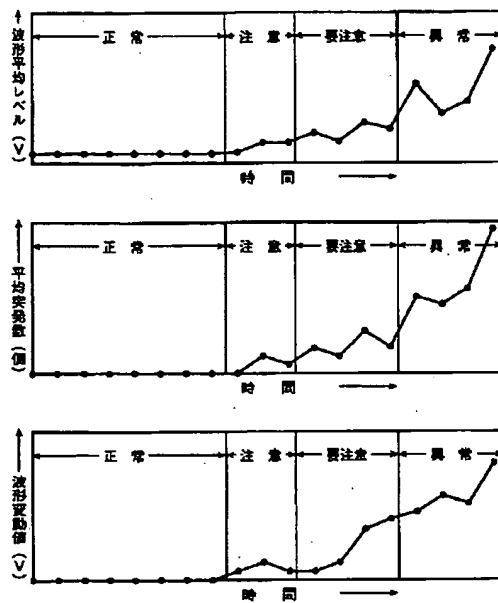
【図5】

図 5



【図6】

図 6



フロントページの続き

- (72)発明者 佐藤 善之  
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社日立エンジニアリングサービス内
- (72)発明者 杉原 徹  
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社日立エンジニアリングサービス内
- (72)発明者 西原 健二  
香川県高松市中央町5番31号 株式会社日立製作所四国支社内
- (72)発明者 松本 賢哉  
香川県高松市丸の内2番5号 四国電力株式会社内

- (72)発明者 越智 浩  
香川県高松市丸の内2番5号 四国電力株式会社内
- (72)発明者 家田 治男  
香川県仲多度郡多度津町若葉町12番56号 四国計測工業株式会社内
- (72)発明者 三好 紀男  
香川県仲多度郡多度津町若葉町12番56号 四国計測工業株式会社内
- (72)発明者 宇都宮 輝茂  
香川県仲多度郡多度津町若葉町12番56号 四国計測工業株式会社内